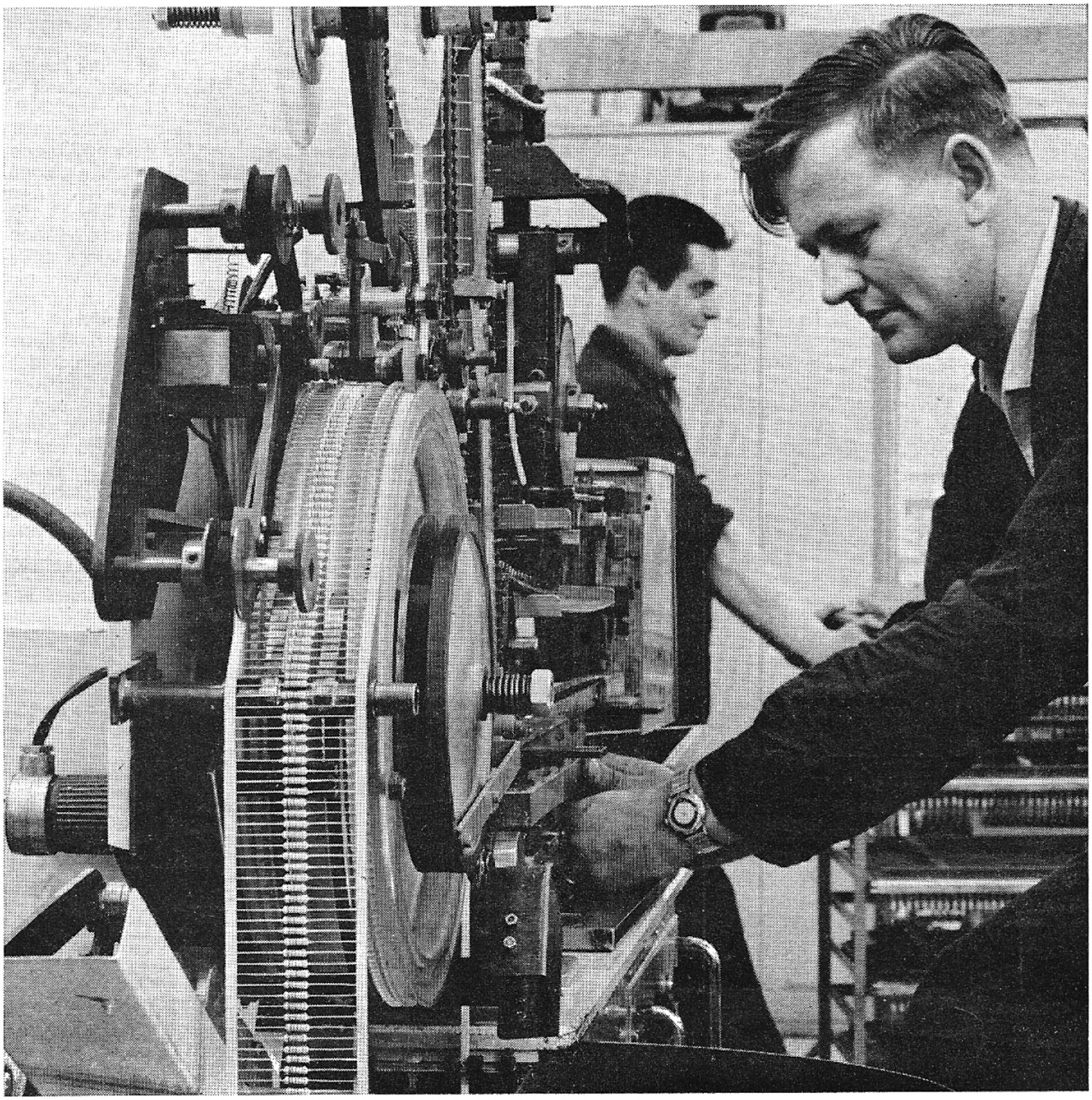
PHILIPS

nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

FEBRUARI 1970 - NR. 11



Bij de omslag

Bij de fabricage van koolweerstanden worden in één machine de kleurcodes voor de weerstandswaarde en de tolerantie aangebracht, de weerstanden geteld en verpakt of, zoals hier, aangebracht op kleefband.

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs is een uitgave van Philips Nederland n.v. voor iedereen die op de hoogte wil blijven van Philips' activiteiten op het gebied van elektronika-onderdelen en zelfbouwartikelen. Onder meer worden regelmatig nieuwe ontwikkelingen in de amateursector, nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van bestaande bouw- en onderdelenpakketten en instructieve artikelen over nieuwe onderdelen gepubliceerd.

Opgaven voor gratis toezending, adreswijzigingen enz. kunnen worden geadresseerd aan Nieuwsredaktie, Postbus 218, Eindhoven. Bij adreswijziging wordt inzending van de verbeterde adresband op hoge prijs gesteld.

Inhoud

Met het oog op de R

De R zit in de maand en voorlopig blijft hij er nog wel even in. Dat betekent niet alleen dagelijks een eetlepel levertraan, maar ook lange gezellige winteravonden die vragen om plezierige bezigheden en creatieve ontspanning. Dat laatste is sterk persoonlijk en afhankelijk van zaken als leeftijd, interesse en mogelijkheden. Er zijn denkers en doeners, liggers, zitters en lopers, zoekers en weters en combinaties daarvan. De een houdt van schaken, de ander van schakelen, de een van geven, de ander van ontvangen. Zouden zoveel verschillende zielen een gemeenschappelijke belangstelling kunnen hebben? Wij geloven van wel: de elektronika.

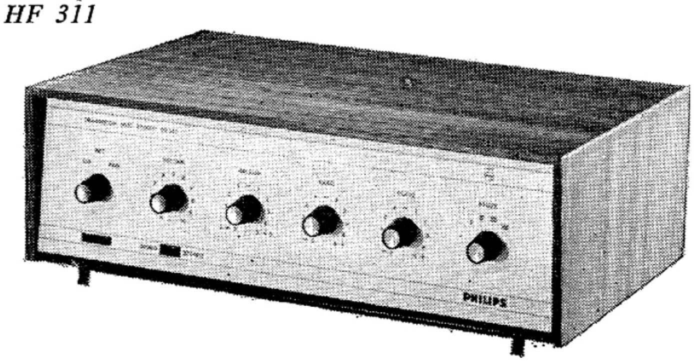
De elektronika is er voor iedereen. Er zijn genoeg onopgeloste elektronische problemen om de diepste denker een kwellende hoofdpijn te bezorgen; er zijn zoveel apparaten, instrumenten en schakelingen te bouwen dat de drukste doener een mensenleeftijd vooruit kan. De perfectionistische platendraaier kan een maximum aan muziekgenot bereiken met een zelfgemaakte versterkerinstallatie, de moderne modelbouwer kan met elektronika zijn modellen tot leven brengen, de automatiekminnende automobilist kan zijn voertuig opluisteren met tal van elektronische snufjes, zoals lichtverklikkers, en de fanatieke fotograaf kan zijn duistere bezigheden veraangenamen en tot betere resultaten komen met elektronische hulpmiddelen, zoals een tijdschakelaar voor zijn vergrotingsapparaat.

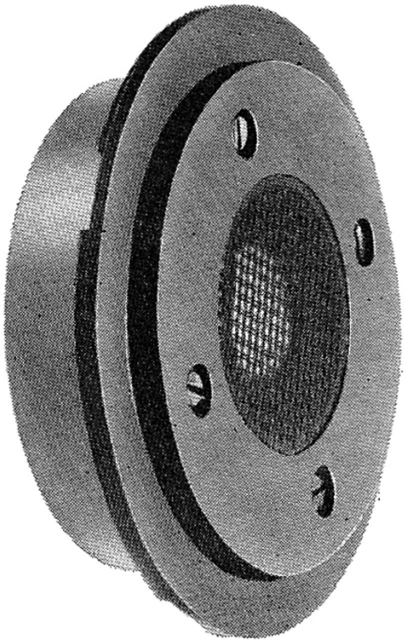
Een blik in de „Hobbyskoop", die de abonnees van dit blad werd toegezonden (bent u nog geen abonnee: een briefkaart met uw naam en adres aan Nieuwsredactie Afd. K, Postbus 218, Eindhoven, en u staat op de lijst voor gratis toezending van Nieuws voor Hobbyisten en Radioamateurs), zal u van het bovenstaande overtuigen. Philips levert een zeer uitgebreid assortiment elektronische onderdelen, bouwdozen, bouwpakketten, onderdelenpakketten en hulpmiddelen, waaruit iedere hobbyist een ruime keus kan maken. Voor de prille beginner zijn er de bouwdozen, waarmee tientallen „echt werkende" schakelingen kunnen worden gebouwd. Voor de wat meer bedrevenen, de muziekliefhebbers en de Hi-fi-fielen zijn er de grote bouwpakketten voor geluidsinstallaties en afstemeenheden, die aan de hoogste kwaliteitseisen voldoen en die niet alleen veel luistergenot, maar ook veel bouwplezier schenken.

En dan is er nog de onuitputtelijke reeks onderdelenpakketten, die zo universeel zijn dat iedere hobbyist, ongeacht zijn hobby, er iets van zijn gading bij vindt. Meer over deze pakketten vindt u elders in dit blad.

Om kort te gaan: voor elk hobbyniveau, voor elke ambitie, voor iedere beurs, voor gulle gevers, voor krijgers en voor zelfverwenners is er een ruime sortering elektronische hobbyartikelen van Philips.

2 × 12 W HiFi-stereo-versterker uit Philips bouwpakket HF 311





Een nieuwe tweeter een nieuw geluid

De nieuwste aanwinst van het Philips luidspreker-programma, dat in de twee voorgaande nummers van Nieuws voor Hobbyisten uitvoerig aan de orde kwam, is de AD 0160/T., in de wandeling bekend als de Dome Tweeter. Deze hogetonenluidspreker levert opmerkelijke prestaties en er zullen ongetwijfeld veel hi-fi-nalisten en muziek-minnaars zijn die deze luidspreker willen gaan gebruiken. In de nieuwste uitgave van het vermaarde boekje „Philips luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" komt deze tweeter echter nog niet voor; daarvoor is hij nog te nieuw. Daarom zal in dit artikel, dat als een aanvulling op het genoemde boekje kan worden beschouwd, iets meer over deze opmerkelijke luidspreker worden verteld.

De prestaties van de Dome Tweeter

Uit het feit dat de Dome Tweeter behalve het typenummer een naam draagt, mag u gerust afleiden dat het hier om een bijzondere luid-spreker gaat. Wat is er dan zo bijzonder? Dat kunnen we het best duidelijk maken aan de hand van afb. 1, het zogenaamde stra-lingsdiagram van de Dome Twee-ter. De luidspreker bevindt zich in het midden van de cirkel en men kijkt er als het ware van boven af op. De voorkant van de tweeter is gericht naar het punt waar 0° bij staat. Nu geeft de afstand tussen het middelpunt van de cirkel en de dik getekende grafiek aan hoe sterk de straling in die richting is. Uit de grafiek is af te lezen dat de stralingssterkte 30° links en rechts van het midden (in de rich-tingen 330° en 30°) nog bijna even groot is als recht naar voren. Zelfs bij 60° en 300° is de stra-lingssterkte nog maar weinig af-genomen.

Dit stralingsdiagram geldt voor een frequentie van 12.000 Hz. Bij deze frequentie gaan de meeste luidsprekers, zelfs de tweeters, al mank aan het euvel dat men „sleutelgateffect" noemt en dat een gevolg is van de onvolmaakte spreiding van de hoge tonen. Doordat bij de meeste luidspre-kers de hoge tonen vooral recht naar voren worden uitgestraald, maakt het geluid de indruk door een klein gaatje te komen. Bij ge-bruik van de Dome Tweeter heeft men geen last van het sleutelgat-effect, ook niet bij de hoogste tonen. De goede spreiding van de geluidsgolven in alle richtingen aan de voorkant (in afb. 1 geldt de grafiek onder de lijn 270°-90° voor de achterkant van de luid-spreker) is een gevolg van onder andere de koepelvormige conus, waaraan de Dome Tweeter zijn naam ontleent (dome is Engels voor koepel).

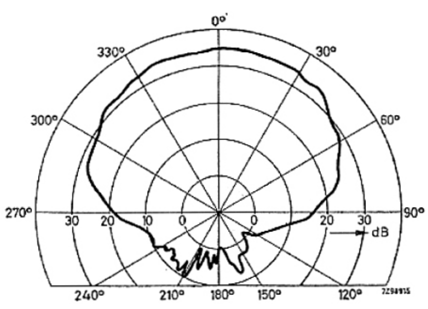
De Dome Tweeter heeft een re-sonantiefrequentie van 1000 Hz. Dit betekent dat hij beneden de-ze frequentie geen onvervormde weergave meer biedt. Het is zelfs beter, ook met het oog op de belastbaarheid, de tweeter alleen frequenties boven 1500 Hz te la-ten weergeven.

Voor de lage en de middentonen moeten dus een of twee andere luidsprekertypen worden gebruikt. Hierop, en op de belastbaarheid, komen we nog terug.

De Dome Tweeter kan tonen tot 20.000 Hz onvervormd weerge-ven; dat is dus royaal boven de gehoorgrens.

De belastbaarheid is 20 watt mu-ziekvermogen. Dat lijkt heel wat voor een luidsprekertje van 7,5 cm diameter, maar er schuilt een addertje onder het woord „mu-ziekvermogen". Het blijkt name-lijk dat als een versterker 20 watt muziekenergie levert, het grootste deel van die energie in de lage en middentonen gaat zitten. Voor de hoge tonen blijft maar een paar watt over. Men mag de Dome Tweeter dus aansluiten op een 20-W versterker, mits een goed scheidingsfilter ervoor zorgt dat de tweeter geen signalen lager dan 1500 Hz krijgt aangeboden, en mits die versterker „normale" ge-luiden (spraak of muziek) voort-brengt. Met dit laatste bedoelen we het volgende: als u de 20-W versterker aansluit op een toon-generator, die een toon van 2000 Hz afgeeft, en u draait de sterkte-regelaar zo ver op dat er voor twintig watt energie uit de ver-sterker komt, dan gaat de Dome Tweeter onherroepelijk kapot om-

Afb. 1 Het stralingsdiagram van de Dome Tweeter, bij een fre-quentie van 12.000 Hz. Opmerke-lijk is de uitstekende spreiding.



dat alle energie in die ene toon van 2000 Hz zit en in zijn geheel naar deze luidspreker gaat. Er is dan geen sprake van dat het grootste deel van die 20 watt naar de forsere lage- en middentonen-luidsprekers gaat. Dit alles betekent: hoe hoger de scheidingsfrequentie is, des te groter is schijnbaar de belastbaarheid van de tweeter. Kiest men de scheidingsfrequentie hoger dan 4000 Hz, dan is de schijnbare belastbaarheid van de Dome Tweeter zelfs 40 watt.

Er zijn twee uitvoeringen, de AD 0160/T4 en de AD 0160/T8, die de bestelnummers 2422 257 33001 en 2422 257 33002 hebben. Het enige verschil is de impedantie, die voor de eerste vier en voor de tweede acht ohm bedraagt. Alle andere eigenschappen van de twee uitvoeringen zijn volkomen gelijk.

Luidsprekercombinaties met de Dome Tweeter

Er werd reeds opgemerkt dat bij gebruik van de Dome Tweeter ten minste één andere luidspreker nodig is voor het weergeven van de tonen beneden 1500 Hz. Het boekje „luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw", waarvan u wellicht juist vol verwachting de laatste druk hebt aangeschaft, geeft op dit punt geen duidelijkheid omdat de Dome Tweeter, toen die druk werd voorbereid, nog in het ontwikkelingsstadium was. Daarom geven we hieronder in een tabel een aantal goede luidsprekercombinaties aan. De nummers van de akoestische boxen hebben betrekking op het genoemde boekje. De in de laatste kolom genoemde scheidingsfilters zijn verkrijgbaar als Philips onderdelenpakket.

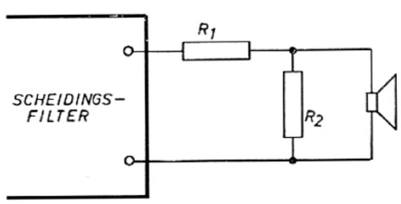
In het algemeen dient men zich te houden aan de in het boekje gegeven aanwijzingen, met één uitzondering: als de Dome Tweeter in dezelfde kast wordt ondergebracht als de andere luidspreker(s), kan men de afschermkap om de tweeter weglaten; de Dome Tweeter is namelijk aan de achterkant geheel gesloten en er bestaat dus geen gevaar dat de lagetonenluidspreker de weergave van de tweeter zal beïnvloeden. Let op: voor luidsprekercombinaties met de Dome Tweeter worden

Toepassingsvoorbeelden „Dome Tweeter" AD 0160 T

Akoestische box [1]		*Lage tonen*	*Middengebied*	*Hoge tonen*	*Scheidingsfrequentie*	*Scheidingsfilter* [2]
a	A 15	AD 5060/W4		AD 0160/T4*	1500 Hz	R 6904
b	A 15	AD 5060/W8		AD 0160/T4*	1500 Hz	R 6908
c	A 15	AD 5060/W8		AD 0160/T8*	1500 Hz	R 6908
d	A 14	AD 7065/W8		AD 0160/T4*	1500 Hz	R 6908
e	A 14	AD 7065/W8		AD 0160/T8*	1500 Hz	R 6908
f	A 16	AD 8065/W8		AD 0160/T4*	1500 Hz	R 6908
g	A 16	AD 8065/W8		AD 0160/T8*	1500 Hz	R 6908
h	A 17	AD 1055/W8	AD 5060 M8*	AD 0160/T8	500 en 5000 Hz	R 6901 en R 6910
i	A 13	AD 1255/W8	9710 M	AD 0160/T8	500 en 5000 Hz	R 6901 en R 6910
j	A 5	9710 M		AD 0160/T8	5000 Hz	R 6910
k	A 9	AD 7060/M5		AD 0160/T4	1500 Hz	R 6904

1) Volgens de Philips uitgave „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw".
De klankschermopening moet uiteraard worden aangepast aan de afmetingen van de „Dome Tweeter". De afmetingen van de originele kast A 15 zijn niet geschikt voor inbouw van deze tweeter. Het is dus nodig de maten te wijzigen, bij gelijkblijvende inhoud, of een afzonderlijk kastje voor de AD 0160/T te gebruiken. Bij de kast A 13 dient de luidspreker 9710 M meer naar de zijkant gemonteerd te worden (dus niet op de hartlijn).
Maat C (zie boekje) behoeft dan niet te worden gewijzigd. De klankschermopening voor de „Dome Tweeter" is 76 mm Ø; de grootste diameter is 93 mm Ø.

2) Typenummers van Philips onderdelenpakketten.



* Luidspreker aansluiten via een netwerk volgens bovenstaand schema. Zie voor de waarden van R1 en R2 de tabel.

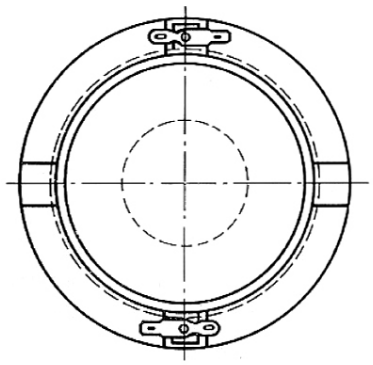
	R1 [3]	R2 [3]
a	2 ohm	4 ohm
b	5 ohm	12 ohm
c	4 ohm	8 ohm
d, f	4 ohm	geen
e, g, h	2 ohm	22 ohm

3) In plaats van deze theoretische waarden kunnen ook 2,2 ohm - 3,9 ohm - 4,7 ohm - 8,2 ohm worden gebruikt; vermogen 5 à 10 W.

soms andere scheidingsfilters gebruikt dan voor de in het boekje genoemde combinaties; zie de tabel.

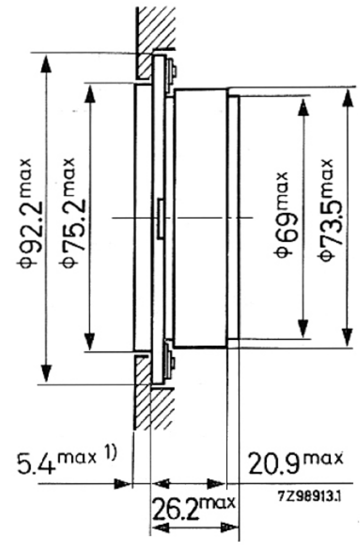
Vanzelfsprekend dient u ook de maten van het gat voor de hogetonenluidspreker aan te passen aan de inbouwmaten van de Dome Tweeter, zoals die in afb. 2 zijn aangegeven. Als u zich aan deze maten houdt en de Dome Tweeter vanaf de achterkant van de kast monteert, zal de voorkant van de luidspreker gelijk komen met de voorkant van de kast. De Dome Tweeter dient bij voorkeur niet verzonken te worden aangebracht; dit kan het fraaie stralingsdiagram ongunstig beïnvloeden.

Nu is het mogelijk dat u net verleden week de laatste hand hebt gelegd aan een luidsprekerkast kast met één M-type luidspreker, bijvoorbeeld box A 8, en dat u toch de nieuwe Dome Tweeter wilt gaan gebruiken. De laatste



Afmetingen van de „Dome Tweeter" in mm.

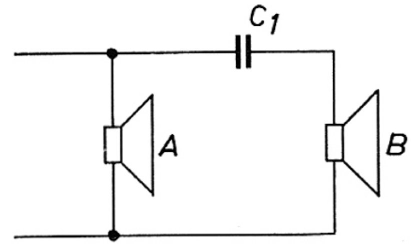
kunt u dan zonder bezwaar in een afzonderlijk kastje monteren. Aan dit kastje worden geen eisen gesteld, want de achterkant van de tweeter is toch gesloten (alle beschouwingen over akoestische kortsluiting en zo kunt u wat deze luidspreker betreft vergeten). U mag hem ook op een plankje monteren en het is zelfs mogelijk hem gewoon los op te stellen. Wel moeten de tweeters bij stereofonische installaties zo dicht mogelijk bij de andere luidspreker(s) van hetzelfde kanaal worden opgesteld.



In afb. 3 is aangegeven hoe de Dome Tweeter zonder scheidingsfilter kan worden aangesloten op een bestaande installatie met een universele luidspreker. Voor de condensator van 4,7 μF kunt u het best een polyestercondensator nemen (bestelnummer 2222 344 21475). Hiervoor mag beslist geen elektrolytische condensator worden gebruikt.

Afb. 2 Inbouwmaten van de Dome Tweeter in mm.

Met deze schakeling wordt het frequentiegebied naar boven uitgebreid en de spreiding van de hoge tonen bevorderd. Wanneer het niet mogelijk is op grond van praktische bezwaren een scheidingsfilter te gebruiken, is dit een redelijk goede oplossing. Past u deze schakeling toe, dan moet de impedantie van beide luidsprekers gelijk zijn.



Afb. 3 Aansluiting van een Dome Tweeter (B) over een „universele" luidspreker (A). Voor C_1 mag geen elektrolytische condensator worden genomen. De impedanties van de beide luidsprekers moeten gelijk zijn (4 of 8 Ω).

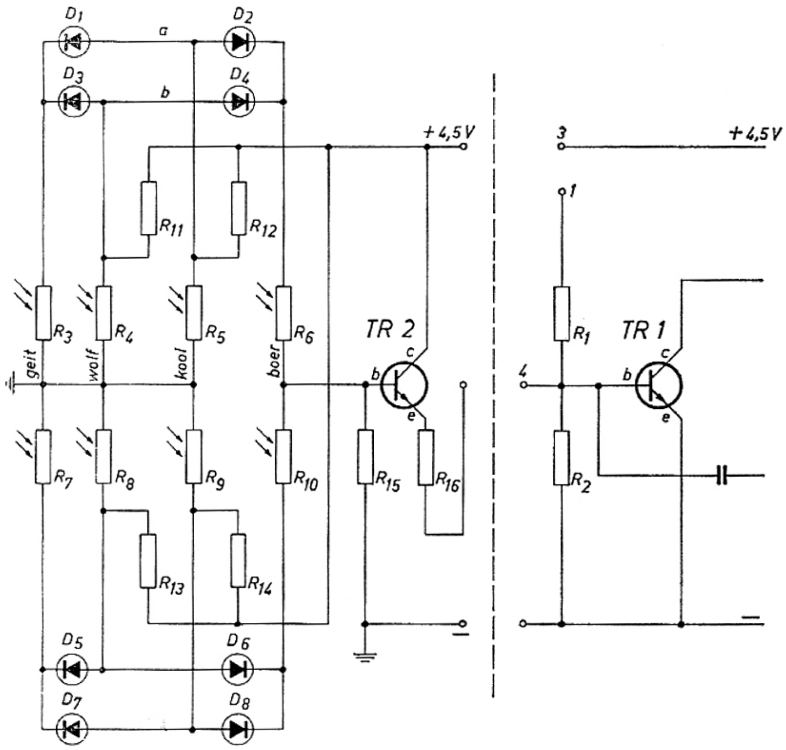
Elektronische intelligentietester

Niet alleen de moderne agrariër heeft dikwijls met problemen te kampen. Ook in vroeger tijden kwam een boer vaak voor schijnbaar onoplosbare problemen te staan, zoals het volgende verhaal bewijst.

Een boer ging naar de markt met een kool, een geit en een wolf. Onderweg moest hij een rivier oversteken. Hiertoe had hij de beschikking over een piepklein roeibootje, waarin slechts plaats was voor twee. Aangezien de boer de enige van het gezelschap was die kon roeien, moest hij de kool, de geit en de wolf stuk voor stuk overvaren. De moeilijkheid was echter dat hij de kool en de geit niet samen alleen kon laten, want het dier zou ongetwijfeld ogenblikkelijk de malse kool verorberen. Maar ook de geit en de wolf mochten niet alleen blijven omdat de geit dan een triest lot beschoren zou zijn. Hoe kon de boer de kool en de geit sparen?
De oplossing is niet zo moeilijk, maar wel omslachtig. Eerst roeide hij met de geit naar de overkant en liet de wolf met de kool achter. Daarna ging hij terug om de wolf te halen. Nadat hij deze aan de overkant had gebracht, nam hij de geit weer mee terug, anders zou de wolf de geit opeten terwijl de boer de kool ging halen. Bij de derde oversteek nam hij de kool mee, terwijl hij de geit achterliet. Nadat hij de kool had overgebracht ging hij ten slotte nog eenmaal terug om de geit op te halen. Daarna vervolgde hij welgemoed zijn tocht naar de markt. Hij zou het op nog een andere manier hebben kunnen doen, maar die is precies even omslachtig. De tweede oplossing is gemakkelijk te vinden met behulp van de hier beschreven elektronische intelligentietester.

Beschrijving van de schakeling

Met de in afb. 1 getekende schakeling kan, in combinatie met de elektronische zoemer van onderdelenpakket H 6714, het hierboven beschreven probleem elektronisch worden nagebootst. Het opeten van de kool door de geit of van de geit door de wolf is hierbij om praktische redenen vervangen door een geluidssignaal uit de luidspreker van de zoemer. Zodra men bij het spel een fout maakt, geeft de luidspreker een snerpend geluid.
De schakeling bestaat uit een achttal lichtgevoelige weerstanden (LDR's), acht dioden, zes koolweerstanden en een transistor type BC 107. De schakeling dient te



worden gebouwd in een lichtdicht kastje, waarin aan de bovenkant twee rijen van vier gaten zijn aangebracht. De LDR's worden onder deze gaten gemonteerd, en wel in dezelfde opstelling als in het schema, dus vier aan de ene en vier aan de andere kant. De boer en zijn levende have worden gerepresenteerd door lichtdichte balletjes van kurk of iets dergelijks, die de gaten goed moeten afsluiten.

R_3 t/m R_6 vertegenwoordigen de ene oever, R_7 t/m R_{10} de andere. De schakeling lijkt ingewikkelder dan hij is. Omdat de zaak symmetrisch is hoeven we, om de werking te doorgronden, alleen maar naar het bovenste (of het onderste) gedeelte te kijken.

Zoals bekend is, is de weerstand van een LDR zeer hoog als er geen licht op valt, maar neemt de weerstand sterk af naarmate de lichtval op de LDR toeneemt.

Bevindt alleen de wolf zich op zijn plaats, dan is de weerstand van R_4 hoog. Doordat de voedingsspanning van 4,5 V zich deelt over R_{11} en R_4, is de spanning op b hoog (positief) als R_4 donker is. Maar D_3 en R_3 staan parallel aan R_4 en omdat de geit niet op zijn plaats is en de diode in de doorlaatrichting is aangesloten, zal de positieve spanning wegvloeien door D_3 en R_3. Er gebeurt dus niets. Plaatsen we nu de geit op R_3, dan wordt de weerstand hiervan hoog. De spanning op b vloeit niet langer weg en komt via R_6 (die een lage weerstand heeft doordat de boer afwezig is) op de basis van TR_2. Deze gaat vervolgens stroom trekken, zodat ook de spanning op punt 4 van de elektronische zoemer positief wordt, met het gevolg dat een toon wordt voortgebracht, aangevend dat de wolf bezig is met een lekker hapje. Hetzelfde gebeurt als de geit en de kool zich samen op één oever bevinden. Maar zodra de boer arriveert, wordt de weerstand van R_6 hoog. De positieve spanning op a of b deelt zich over R_6 en R_{11}. Is R_6 hoog, dan zal de basisspanning van TR_2 niet hoog genoeg oplopen om de zoemer in werking te stellen. Met andere woorden: als de boer erbij is, worden er geen kolen en geiten opgegeten.

Samenvattend krijgen we dus het volgende: zijn R_3 en R_4, of R_3 en R_5, of R_3 en R_4 en R_5 afgedekt, dan zoemt de zoemer, maar zodra R_6 afgedekt is, stopt het geluid, onverschillig of de andere drie LDR's wel of niet zijn afgedekt.

Dezelfde verklaring geldt voor de andere oever.

Enkele praktische wenken

De LDR's zijn buitengewoon gevoelig voor licht. De gaten, waarachter ze zijn gemonteerd, moeten dan ook volkomen worden afgesloten door de balletjes (of wat dan ook) die de spelers vertegenwoordigen, en zelfs dan bestaat de kans dat de intelligentietester het niet doet als u ermee in de zon gaat zitten.

Ook het kastje mag geen licht doorlaten. Karton is meestal te doorschijnend, maar met een kwastje zwarte verf (bijvoorbeeld aan de binnenkant) is hierin te voorzien. Hout of triplex is trouwens beter omdat hierin diep verzonken gaten kunnen worden gemaakt, die naar onderen toe taps zijn, zodat een nog betere afsluiting wordt verkregen.

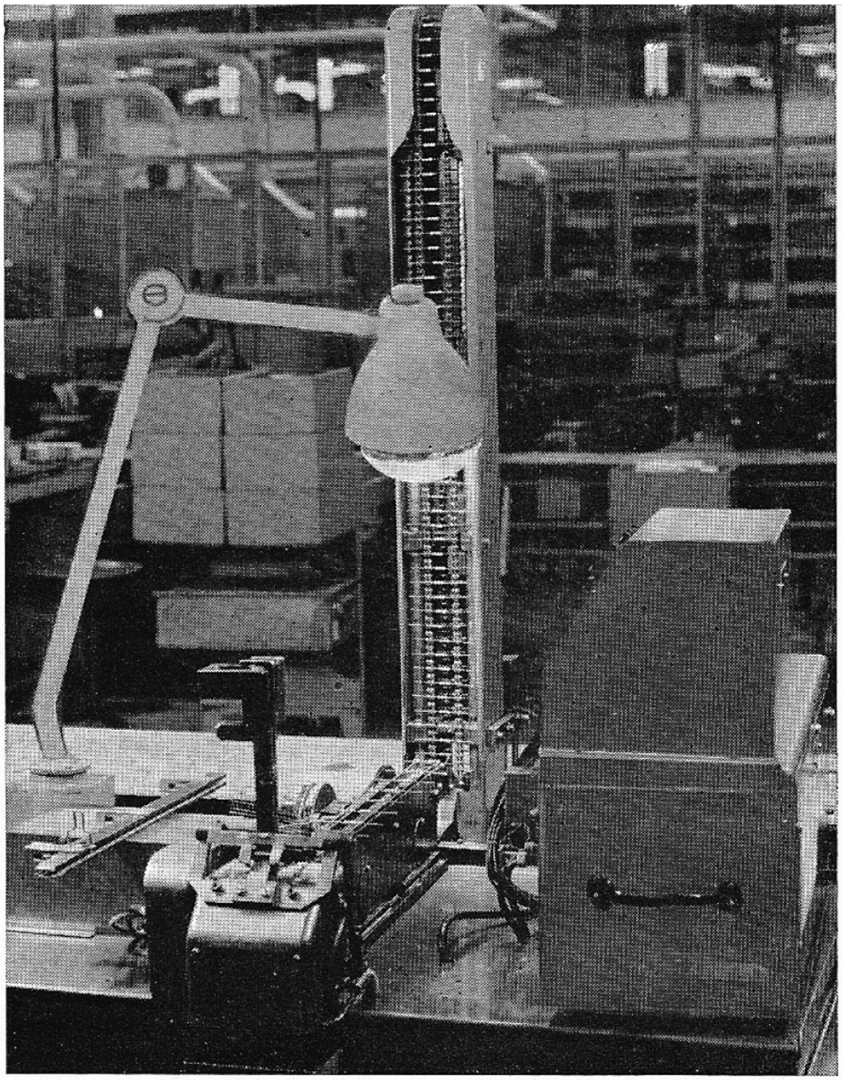
De bovenkant van het kastje kunt u net zo fraai maken als u zelf wilt, bijvoorbeeld door er een rivier op te schilderen met groene oevers, een bootje met roeispanen en doften, afbeeldingen van de boer, de geit, de wolf, de kool enz.

De waarden van R_{15} en R_{16} zijn gebaseerd op een voedingsspanning van 4,5 volt. Bij een hogere voedingsspanning moet in elk geval R_{16} groter worden genomen. De waarde van deze weerstand zal men dan proefondervindelijk moeten bepalen. De waarde van R_{15} is niet gauw te groot, maar kan wel te klein zijn. In het laatste geval kan de spanning op de basis van TR_2 niet hoog genoeg worden om de zoemer in werking te stellen.

In het schema van afb. 1 is aangegeven hoe de intelligentietester op de zoemer wordt aangesloten. De doorverbinding tussen de punten 1 en 3 van de zoemer moet worden verwijderd. R_1 doet bij deze schakeling niet mee, dus is de waarde ervan niet belangrijk. Maar omdat u de zoemer misschien ook nog voor andere, in de handleiding genoemde doeleinden wilt gebruiken, kunt u R_1 gewoon laten zitten. U hoeft dan alleen maar de drie aansluitingen van de intelligentietester los te nemen, en de elektronische zoemer is klaar voor een ander doel.

Benodigde onderdelen

TR_1 }	zie onderdelenpakket
R_1, R_2 }	H 6714
TR_2	Philips silicium NPN-transistor BC 107
D_1 t/m D_8	Philips siliciumdiode OA 202
R_3 t/m R_{10}	Philips lichtgevoelige weerstand (LDR) 2322 600 93001
R_{11} t/m R_{14}	koolweerstand 68 kΩ 0,25 W
R_{15}	koolweerstand 1,5 MΩ 0,25 W
R_{16}	koolweerstand 33 kΩ 0,25 W



Koolweerstanden

Er is geen elektronische schakeling, of er zitten wel een paar weerstanden in. Er is dus een goede reden om aan deze kleine maar belangrijke onderdelen eens wat aandacht te schenken.
Weerstanden zijn er in vele soorten, maten, waarden en kwaliteiten. De bekendste zijn ongetwijfeld de koolweerstanden, waarover dit artikel handelt.

Wat is weerstand?

Elders in dit blad kunt u lezen hoe Ohm de elektrische weerstand ontdekte en het verband tussen stroom, spanning en weerstand definieerde. In elektronische schakelingen is de weerstand, die normaal in de leidingen aanwezig is, veelal onvoldoende groot, zodat we in die leidingen onderdelen moeten opnemen die een grote weerstandswaarde vertegenwoordigen. Een dergelijk onderdeel noemen we een weerstand.
Hoe komt het dat in zoveel elektronische schakelingen weerstanden nodig zijn? Een voorname reden is dat dikwijls een stroomverandering moet worden omgezet in een spanningsverandering. Een elektronenbuis bijvoorbeeld wordt gestuurd met een wisselende spanning, maar hij levert een wisselende stroom. De anodeweerstand zorgt er voor dat die wisselende stroom wordt omgezet in een wisselende spanning, waarmee de volgende buis kan worden gestuurd. Volgens de Wet van Ohm hoort bij een grotere stroom door een weerstand ook een grotere spanning.
Weerstanden worden ook dikwijls gebruikt voor het verlagen van een spanning met behulp van spanningsdelers. Een spanningsdeler bestaat uit een aantal weerstanden in serie. Over elke weerstand staat dan maar een deel van de totale spanning, afhankelijk van de verhouding van de weerstandswaarden.

Koolweerstanden

Een zeer geschikt materiaal voor de vervaardiging van weerstanden is kool. Deze stof heeft een tamelijk grote soortelijke weerstandswaarde en kan gemakkelijk worden verwerkt.
De Tweede Wet van Ohm wijst de weg om een groot aantal verschillende weerstandswaarden te maken. Deze wet luidt:

weerstandswaarde = *soortelijke weerstand* maal *lengte van de geleider* gedeeld door *oppervlakte van de doorsnede.*

Een lange koolbaan heeft dus een grotere weerstand dan een korte en een dunne koolbaan heeft meer weerstand dan een dikke van dezelfde lengte.
Er zijn dus drie manieren om de weerstand van een koolbaan te beïnvloeden, namelijk door verandering van de dikte, de lengte en de breedte. Oer-amateurs maakten van deze wetenschap wel gebruik om zelf weerstanden te maken door met een potlood een koolbaan op een stukje karton te tekenen. Probeert u het maar eens, dan zult u zien dat het heel gemakkelijk is een groot aantal verschillende weerstandswaarden te maken.
Hiermee hebben we meteen een voor de hand liggende fabricagemethode voor weerstanden gevonden. Op een goed isolerende ondergrond, bijvoorbeeld een staafje van keramisch materiaal, dampt men net zo lang kool op, tot de gewenste weerstand is verkregen. Een andere mogelijkheid is een staafje kool zodanige afmetingen

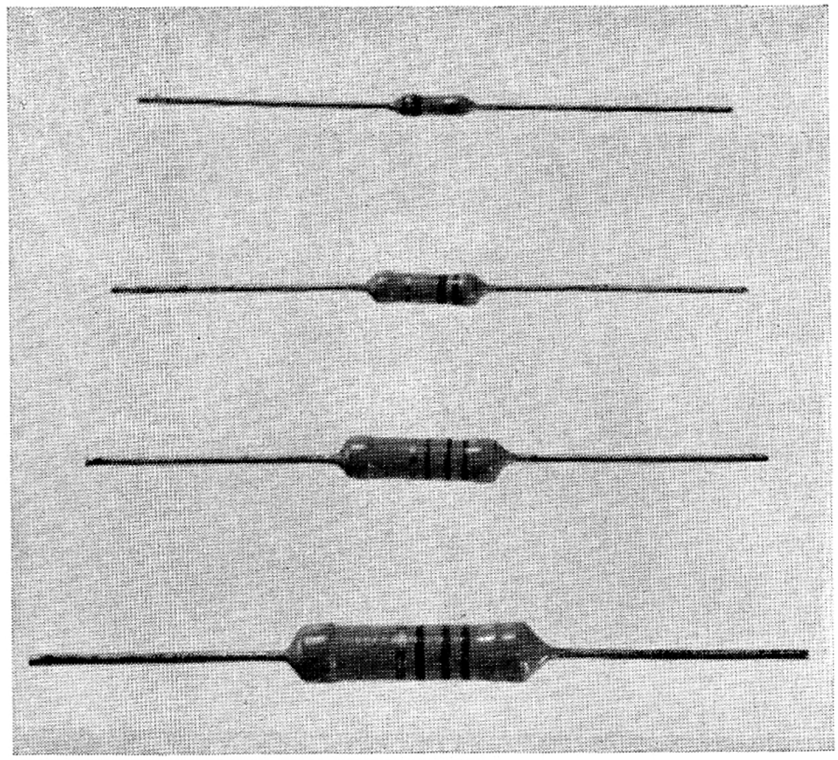
te geven, dat de juiste weerstand ontstaat.

Toch is het volgens deze methoden moeilijk om voldoende nauwkeurige weerstanden te maken. Philips past voor de fabricage van weerstanden dan ook een meer verfijnde techniek toe, waarbij weerstanden met een goede nauwkeurigheid en een grote stabiliteit worden verkregen. Bij deze techniek wordt op een ronde isolerende drager een homogeen laagje kool opgedampt. Dit laagje heeft een veel lagere weerstand dan men uiteindelijk wenst te maken. De vereiste weerstandswaarde wordt verkregen door met een draaibankje een spiraalvormige groef in het koollaagje te beitelen. Door deze groef verandert het kokertje van kool namelijk langzaam in een koolbaan, die zich om de isolerende drager slingert. Doordat de dikte van alle koollaagjes gelijk is, bepalen lengte en breedte van de spiraal de weerstand. Wil men grote weerstandswaarden vervaardigen, dan wordt een groef met een kleine spoed gebeiteld, zodat een lange en dunne koolbaan ontstaat.

Deze spoed kan tevoren vrij nauwkeurig worden berekend, maar toch niet nauwkeurig genoeg. Daarom wordt tijdens het draaien de weerstandswaarde voortdurend gemeten. Zodra de gewenste waarde is bereikt, stopt het draaibankje.

Vervolgens wordt het weerstandje voorzien van aansluitkapjes en -draden, waarna het koollaagje wordt afgedekt met een beschermende en isolerende laklaag.
De verkregen weerstandswaarde hangt, zoals gezegd, af van de dikte, de breedte en de lengte van de spiraalvormige koolbaan. Wanneer men de spoed van het groefje kleiner kiest, wordt de koolbaan niet alleen langer, maar ook smaller. Omdat door beide factoren de weerstand toeneemt, heeft een kleine verandering van de spoed een betrekkelijk grote verandering van de weerstand tot gevolg. Hierdoor is het mogelijk, uitgaande van een bepaalde laagdikte, door verandering van de spoed een grote reeks weerstandswaarden te maken.

Voor zeer grote weerstandswaarden zou het koolbaantje echter toch te smal worden. Men gaat dan uit van een drager waarop een dunner laagje kool is aangebracht.



Belastbaarheid van weerstanden

In elke weerstand, waardoor een stroom loopt, zal warmte worden ontwikkeld. Deze warmte-ontwikkeling kan worden berekend met het formuletje $P = I \times U$ (watt), dus door de spanning over de weerstand te vermenigvuldigen met de stroom erdoor.

Nu is in de meeste gevallen òf de spanning over, òf de stroom door de weerstand bekend. Met de beroemde Wet van Ohm kan dan de ontbrekende factor worden berekend.

Slimme rekenaars houden niet van deze omweg en gebruiken één van de formules $P = I^2R$ of $P = \frac{U^2}{R}$ waarin P het ontwikkelde vermogen in watt, I de stroom in ampère, U de spanning in volt en R de weerstand in ohm is.

Een stroom van 0,1 A in een weerstand van 100 Ω ontwikkelt dus een hoeveelheid warmte van $I^2 \times R = (0{,}1)^2 \times 100 = 0{,}01 \times 100 = 1$ W.

Dit betekent dat de weerstand warm wordt en warmte uitstraalt. Nu kan een weerstand van 100 Ω op verschillende manieren worden gemaakt, namelijk met een lange dikke koolbaan of met een kortere en dunnere. De eerste weerstand zal een grotere oppervlakte hebben dan de tweede en de ontwikkelde warmte dus gemakkelijker kunnen afstaan. Om deze reden worden van elke weerstandswaarde „grote” en „kleine” weerstanden gemaakt. Een „grote” weerstand van 100 Ω heeft natuurlijk dezelfde weerstandswaarde als een „kleine” van 100 Ω, maar hij kan grotere stromen verwerken, zonder dat hij te warm wordt en „doorbrandt”.

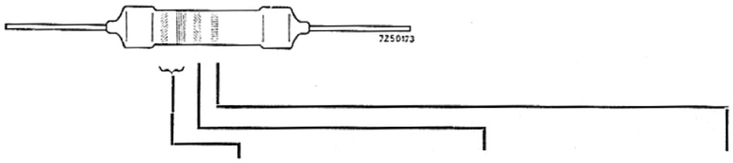
In schema's wordt meestal, naast de weerstandswaarde, ook het vermogen opgegeven dat de weerstand moet kunnen verwerken. Anders kan men het op eenvoudige wijze met één van de bovengenoemde formules berekenen.

Een anodeweerstand van 22 kΩ voor een buis die 6 mA „trekt”, moet dus geschikt zijn voor $(0{,}006)^2 \times 22\,000 = 0{,}792$ W. We nemen dan een weerstand van 22 kΩ 1 W.

Gangbare vermogens voor weerstanden zijn 2, 1, 0,5, 0,25 en 0,1 watt.

Het is zaak, wat het vermogen be-

Kleurcodering weerstanden



kleur	eerste twee cijfers	vermenigvuldiger	tolerantie
zwart	0	1	
bruin	1	10	
rood	2	100	± 2%
oranje	3	1 000	
geel	4	10 000	
groen	5	100 000	
blauw	6	1 000 000	
violet	7	—	
grijs	8	—	
wit	9	—	
zilver		—	± 10%
goud		0,1	± 5%

treft, aan de veilige kant te blijven. De weerstanden kunnen het opgegeven vermogen namelijk alleen zonder beschadiging verwerken bij niet te hoge temperaturen. Nemen we een te krappe weerstand, dan zal deze te warm worden en uiteindelijk kunnen „doorbranden".

Bovendien geldt de opgegeven weerstandswaarde ook bij een bepaalde temperatuur. Weerstanden die te zwaar worden belast, kunnen daardoor van waarde veranderen.

Toleranties en gangbare weerstandswaarden

In de meeste elektronische schakelingen hoeven de weerstanden niet precies de waarde te hebben die men heeft berekend. Een afwijking van 10% naar boven of beneden heeft meestal slechts weinig invloed op de werking van de schakeling.

Nu spreekt het vanzelf dat het produceren van grote aantallen weerstanden eenvoudiger en goedkoper gebeurt wanneer die weerstanden niet precies de nagestreefde waarde hoeven te hebben. De meest gangbare weerstanden, die in vrijwel alle gevallen kunnen worden gebruikt, hebben een tolerantie van ± 10%. Dat wil zeggen dat een weerstand, waarop door middel van de bekende kleurcode een waarde van 10 kΩ staat aangegeven, in werkelijkheid 9 tot 11 kΩ kan zijn. In de praktijk blijft de afwijking echter in de meeste gevallen ver binnen deze uitersten.

Moet de berekende weerstandswaarde nauwkeuriger worden benaderd, dan dient men een weerstand met een kleinere tolerantie te kiezen, bijvoorbeeld ± 5%. Komt het er heel erg op aan, bijvoorbeeld bij meetinstrumenten, dan is er in het Philips programma nog een reeks precisieweerstanden met een tolerantie van ± 1%. Vanzelfsprekend zijn de nauwkeurigste weerstanden het duurst.

De weerstandswaarden die het meest worden gebruikt liggen tussen ongeveer 1 Ω en 22 MΩ. Zou men alle „hele" weerstandswaarden tussen deze twee uitersten fabriceren, dan zou die reeks een miljoen verschillende waarden omvatten. Maar dat is gelukkig niet nodig. Wanneer een weerstand van 10 kΩ uit de 10%-reeks in werkelijkheid 9 of 11 kΩ kan zijn, heeft het geen zin weerstanden van 11 kΩ te maken, die in werkelijkheid 10 kΩ zouden kunnen zijn, want dan zou de werkelijke waarde van een 11-kΩ weerstand kleiner kunnen zijn dan die van een weerstand waar 10 kΩ op staat.

Daarom worden de weerstanden met ± 10% tolerantie alleen gemaakt in de waarden volgens de zogenaamde E12-reeks, waarbij elke weerstand ongeveer 1,2 maal zo groot is als de voorgaande en de tolerantiegebieden op elkaar aansluiten.

Om dezelfde reden worden de 5%-weerstanden gemaakt volgens de E24-reeks. Deze reeks omvat tweemaal zoveel waarden als de E12-reeks. Elke weerstand is ongeveer 1,1 maal zo groot als de voorgaande.

De precisieweerstanden, die een tolerantie van ± 1% hebben, worden gefabriceerd volgens de E96-reeks.

Het is duidelijk dat men de berekende weerstandswaarde meestal dichter kan benaderen in de precisiereeks dan in de E12-reeks. Hierbij moet men echter bedenken dat de precisie van de weerstand niet beter hoeft te zijn dan nodig is.

Door de verregaande automatisering en grote nauwkeurigheid bij de fabricage van Philips opgedampte koolweerstanden worden bij de weerstandswaarden van 4,7 Ω tot 1 MΩ gewoonlijk zonder prijsverhoging typen met een tolerantie van 5% geleverd.

Samenvattend kunnen we zeggen dat in het Philips onderdelenprogramma voor elke toepassing een weerstand is te vinden die:

— de berekende weerstandswaarde voldoende dicht benadert;
— het vereiste vermogen kan verwerken, zonder te warm te worden.

Weerstandswaarden volgens de E12-reeks voor 10%-weerstanden

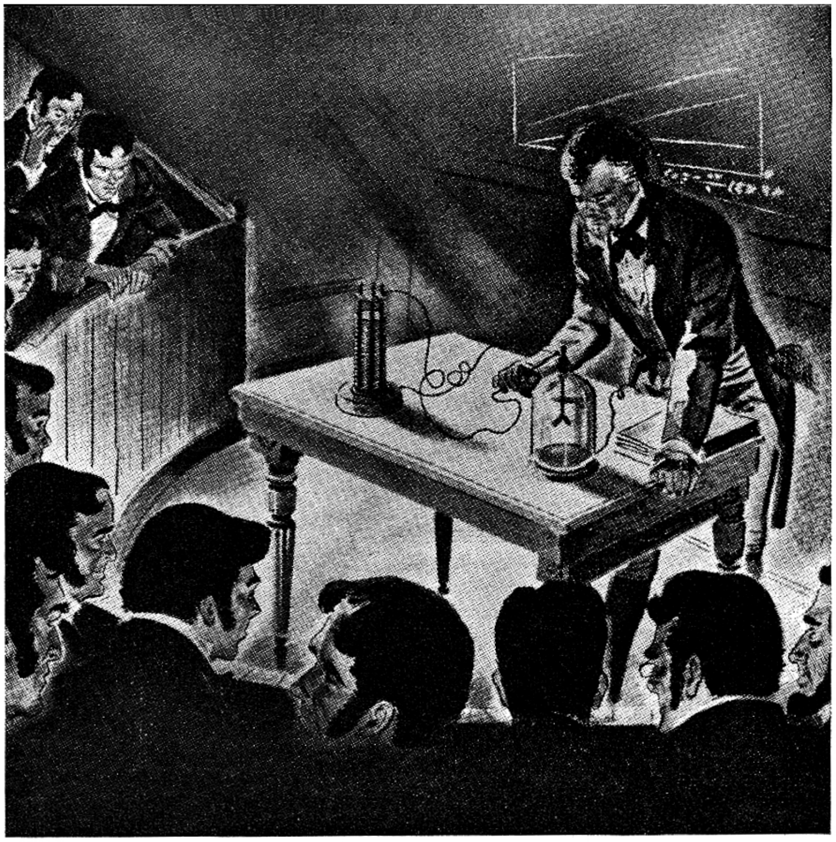
1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2	Ω
10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82	Ω
100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820	Ω
1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2	kΩ
10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82	kΩ
100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820	kΩ
1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2	MΩ
10	12	15	18	22								MΩ

Ω OHM de ontdekker van de elektrische weerstand

Als we het werk van Volta bondig willen samenvatten, kunnen we zeggen dat hij de elektrische spanning heeft ontdekt. Na hem ontdekte Ampère de elektrische stroom. Dit gebeurde tegen het einde van de achttiende eeuw. Langzamerhand was men gaan inzien dat elektriciteit niet een griezelig soort hemelvuur is, dat zich wetteloos gedraagt, maar een verschijnsel dat aan strenge wetten gehoorzaamt.
Als we het werk van Ohm op dezelfde manier vereenvoudigen als dat van Volta en Ampère, kunnen we stellen dat hij de elektrische weerstand heeft ontdekt.
Terecht zijn de eenheden voor spanning, stroom en weerstand genoemd naar de ontdekkers van die begrippen: volt, ampère en ohm.

Ohm, de miskende natuurvorser

Georg Simon Ohm timmerde niet aan de weg. Van zijn persoon en zijn karakter is dan ook niet veel bekend en zelfs zijn geboortejaar staat niet met zekerheid vast. Waarschijnlijk knipperde hij op 16 maart 1787, terwijl Napoleon nog een obscuur artillerie-officier was, tegen het eerste levenslicht. In elk geval vond deze gebeurtenis plaats in Erlangen, een stadje onder de rook van Neurenberg in het Beierse bergland, waar de vader van Georg werktuigkundige was.
De oude Ohm was een man met een ruime blik, die zijn belangstelling niet alleen richtte op de werktuigkunde, maar ook op de natuurkunde. Die natuurkunde was voor de tijdgenoten van Ohm niet precies hetzelfde als voor ons; ze had voor hen meer het karakter van wereldvreemd gestoei met allerlei technische toestanden, met weinig of geen praktische waarde. Wetenschapsbeoefenaren werden nog niet vooruit betaald om vooraf vastgestelde toestellen uit te vinden en zelfs achteraf was er weinig aan hun uitvindingen te verdienen. Georg Ohm zou dit in zijn latere leven bij voortduring ondervinden.
Hoe dan ook, de jonge Ohm kreeg van huis uit een grote belangstelling mee voor de wetenschap en zijn vader poogde deze in goede banen te leiden door hem naar de Universiteit van Erlangen te zenden, waar Georg wis- en natuurkunde studeerde.
In 1813 verwisselde hij de schoolbank voor het schoolbord en werd leraar in de wis- en natuurkunde aan de Realschule van Bamberg, dat niet ver van zijn thuisbasis Erlangen verwijderd is.
De rumoerige tijd waarin hij leefde, maakte niet veel indruk op Ohm. Terwijl Napoleon druk bezig was het onderspit te delven, aanvaardde Ohm de benoeming te Bamberg en in 1817, toen Napoleon op St. Helena van vervroegd pensioen genoot, trok Ohm naar Keulen, waar hij tot 1826 leraar bleef aan het gymnasium. Ohm deed in deze jaren veel onderzoekingen, onder andere op akoestisch en op optisch gebied, maar vooral ook op het terrein van de elektriciteitsleer, zoals de geleiding van elektriciteit door vloeistoffen.
Doordat zijn salaris als leraar niet indrukwekkend was, moest Ohm bij zijn experimenten genoegen nemen met primitieve en dikwijls met zelfgemaakte toestellen, die niettemin zoveel geld kostten, dat hij in een voortdurende toestand van financiële ondervoeding verkeerde. Ongetwijfeld is dit een sterke rem op zijn ontdekkingen geweest.
De publicaties, die hij aan zijn bevindingen wijdde, kon hij alleen kwijt aan minderwaardige tijdschriften en het spreekt vanzelf dat de resultaten van zijn onderzoekingen daardoor onopgemerkt bleven of in het gunstigste geval met een korreltje zout werden genomen. Eerlijk gezegd waren de meeste artikelen van Ohm niet zo wereldschokkend.
Om verschillende redenen nam hij in 1826 ontslag. De voornaamste reden was dat zijn werk niet werd geaccepteerd, en dat terwijl hij juist in dat jaar zijn belangrijkste werk voltooide: „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet". Ohm besloot privé-leraar in Berlijn te worden, waardoor hij meer tijd en nog minder geld voor zijn experimenten kreeg. Tot 1833 oefende hij dit vrije beroep uit. Toen had hij inmiddels de bekendheid gekregen waarop hij recht had.
Hij keerde terug naar Beieren om directeur te worden van de Polytechnische School van Neurenberg.
In 1849 werd Ohm conservator van de fysische collectie aan de Universiteit van München en drie jaar later aanvaardde hij aan deze



Universiteit de benoeming tot hoogleraar in de experimentele natuurkunde.

Niet lang daarna, in 1854, stierf Georg Simon Ohm, de ontdekker van de elektrische weerstand.

De Wet van Ohm

Georg Simon Ohm is de geschiedenis ingegaan als de ontdekker van de voornaamste wetmatigheid uit de elektrotechniek, de Wet van Ohm. Zonder die ontdekking zou hij de vergetelheid en niet de geschiedenis zijn ingegaan. Eigenlijk zijn er verschillende wetten van Ohm, twee elektrische en een akoestische, maar onder *de* Wet van Ohm verstaat men algemeen de bekende formule die het verband aangeeft tussen stroom, spanning en weerstand in een elektrische kring.

„Die galvanische Kette" legde voor het eerst een duidelijk verband tussen de drie grootheden spanning, stroom en weerstand. Het laatste begrip werd door Ohm ingevoerd.

Ohm was aan het experimenteren geslagen met de zuil van Volta en de door Ampère bedachte galvanometer, een meetinstrument waarmee door middel van een magneetnaald elektrische stromen konden worden bepaald.

Nu is de Wet van Ohm zo'n logische regel, dat wij ons nauwelijks kunnen voorstellen dat het zo moeilijk was om deze te ontdekken. Verdient een man, die zo'n eenvoudige en voor de hand liggende formule ontdekt, zoveel beroemdheid dat zijn naam voor eeuwig moet voortleven in de eenheid van weerstand, de ohm?

Laten we de proefnemingen van Ohm eens op de voet volgen, gebruik makend van de kennis die we nu, dank zij Ohm, bezitten. Dan zal blijken dat de eenvoudige Wet van Ohm niet zonneklaar uit de experimenten naar voren springt.

Ohm nam een enkel element van Volta, dat hij kortsloot met een metalen draad. Op de galvanometer zag hij dat er een stroom door de draad liep. Wij weten hoe groot die stroom zal zijn, namelijk de elektromotorische kracht van het element (emk) gedeeld door de inwendige weerstand plus de weerstand van de draad. Waarschijnlijk was de inwendige weerstand van het element de grootste van de twee, zodat deze in belangrijke mate de grootte van de stroom bepaalde.

Vervolgens nam Ohm een tweede element van Volta, dat hij in serie met het eerste schakelde. De stroom die nu door de draad liep was een klein beetje groter dan de eerste keer. Dit is geen resultaat om in je blootje de straat op te rennen en triomfantelijk „eureka" te roepen, want die tweede stroom was niet precies tweemaal zo groot als de eerste, alleen maar een klein beetje groter. Wij weten hoe dat komt. De totale elektromotorische kracht van de twee elementen van Volta was weliswaar tweemaal zo groot als die van één element, maar ook de totale weerstand in de kring was bijna tweemaal zo groot geworden, namelijk tweemaal de inwendige weerstand van één element plus de weerstand van de draad. Ergo: de stroomsterkte nam maar een klein beetje toe.

Toch kon uit deze proef een belangrijke gevolgtrekking worden gemaakt: als de potentiaal in een kring groter wordt, is ook de stroom in die kring groter.

Bij een ander experiment beschikte Ohm over een aantal verschillende draden, lange en korte, dikke en dunne. Toen hij deze draden stuk voor stuk aansloot op een element van Volta, bemerkte hij dat door een lange draad minder stroom liep dan door een korte en door een dikke draad meer dan door een dunne. Ook bij deze proef was geen sprake van mooie ronde getallen. Door een draad van een meter liep niet een tweemaal zo grote stroom als door een draad van twee meter met dezelfde doorsnede, want ook hier speelt de inwendige weerstand van het element een vertroebelende rol. Toch kon ook uit deze resultaten een conclusie worden getrokken: de stroom neemt toe met de dikte van de draad en af met de lengte.

Na deze proeven ging Ohm een lichtje op. Hij bedacht dat het best zo zou kunnen zijn, dat alle stoffen weerstand bieden aan de elektrische stroom, de ene stof meer dan de andere. Dat zou dan betekenen dat er niet twee soorten stoffen bestonden, geleidende en isolerende, maar dat alle stoffen gerangschikt konden worden volgens opklimmende weerstand. Het probleem was rijp om te worden opgelost, en Ohm deed dat dan ook terstond. Hij bedacht dat er een stuwende kracht moest zijn, die de elektrische stroom door de geleider dreef en dat die geleider zich in meerdere of mindere mate tegen die stroom verzette. Die

stuwende kracht moest de spanning zijn, in die dagen gewoonlijk potentiaal geheten. Hoe hoger de spanning, des te groter de stroom en hoe hoger de weerstand, des te kleiner de stroom.
Voor de wiskundige Ohm was het nu nog een peuleschilletje om dit uit te drukken in een handig formuletje:

$$\text{stroomsterkte} = \frac{\text{spanning}}{\text{weerstand}}$$

of, in symbolen

$$I = \frac{U}{R}$$

Wat Ohm hier gevonden had, is een zeer algemene natuurwet van oorzaak en gevolg, die je bijvoorbeeld ook kan toepassen op een fietser. Hoe meer kracht deze wielrijder op de pedalen uitoefent (spanning), des te sneller zal het vervoermiddel rijden (stroom), maar de wind (weerstand) zal zijn snelheid (stroom) afremmen: hoe meer tegenwind, des te langzamer gaat de fiets.
De Wet van Ohm is glashelder als men bedenkt dat de spanning de oorzaak en de stroom het gevolg is. Er kan geen stroom lopen, zonder dat er een spanning is, maar er kan wel degelijk spanning zijn zonder dat er een stroom loopt, namelijk wanneer de weerstand oneindig groot is. Dit is het geval bij een geopende schakelaar of, om de fietser er nog even bij te slepen, wanneer de fiets met het voorwiel tegen een muur staat. De wielrijder kan trappen wat hij wil, er is geen beweging in het vehikel te krijgen.
De Tweede Wet van Ohm, die echter meestal niet zo wordt genoemd, geeft het verband aan tussen lengte, doorsnede en soortelijke weerstand van een geleider; ze luidt:
weerstand van de geleider = *soortelijke weerstand* maal *lengte van de draad* gedeeld door *oppervlakte van de doorsnede*

of, met symbolen: $R = \frac{\rho \times l}{D}$

Eerherstel voor Ohm

Ohm publiceerde zijn theorieën over de verdeling van stromen en spanningen in elektrische ketens, zoals gezegd, onder de titel „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet". Natuurlijk heeft hij de hele materie diepgaander behandeld dan wij hierboven suggereerden. Maar wie nu denkt dat Ohm na de publikatie van zijn theorie van de ene huldiging in de andere viel, vergist zich in de geest van die tijd. Er was helemaal niemand die enige aandacht aan het geschrift besteedde.

Omdat de ontdekkingen van Ohm toch wel voor de hand lagen, deed vijf jaar na de publicatie van „Die galvanische Kette" een Fransman dezelfde theorie het licht zien. Ohm, die er blijkbaar in had berust dat zijn ontdekkingen de voorpagina's niet haalden, werd nu toch echt boos. Na een verbitterde strijd slaagde hij er inderdaad in de erkenning te krijgen die hij verdiende, de erkenning namelijk dat hij de man is geweest die door invoering van het begrip elektrische weerstand één van de grondslagen heeft gelegd voor de ontwikkeling van de elektrotechniek.

Zet uw afstemmer op haren en snaren

Deel 2: de afstemschaal

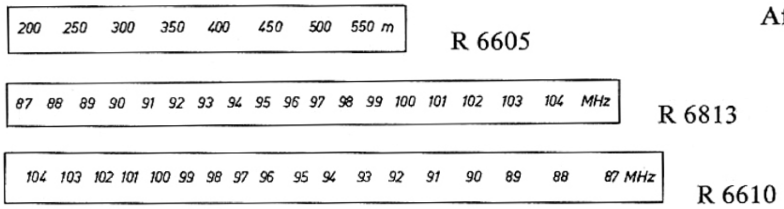
In Nieuws voor Hobbyisten en Radioamateurs nr. 10 werd een aantal suggesties gedaan om de middengolf-afstemeenheid R 6605 en de FM-afstemeenheid R 6610, die beide verkrijgbaar zijn als Philips onderdelenpakket, van een passende afsteminrichting te voorzien. Een afsteminrichting is echter niet compleet zonder afstemschaal, waarop de frequenties, de stations of de kanalen zijn aangegeven. In dit artikeltje doen wij u daarom een paar ideetjes aan de hand voor het maken van een afstemschaal. Van de hierna genoemde afstemschalen voor de Philips onderdelenpakketten (in afbeelding 1 verkleind weergegeven), zijn voor belangstellende lezers op verzoek gratis afdrukken verkrijgbaar bij Nieuwsredaktie, Postbus 218 Eindhoven.

Het maken van afstemschalen

De schalen zijn alleen bruikbaar voor de middengolf-afstemeenheid R 6605 en de FM-afstemeenheden R 6610 en R 6813, als u voor de FM-afstemmers een snaarwiel van 3,5 cm diameter gebruikt (dit wordt meegeleverd bij het onderdelenpakket). De schaal voor de middengolfafstemmer is gebaseerd op een snaarwiel met een diameter een snaarwiel met een doorsnede van 7 cm. De schalen voor de FM-afstemmers R 6610 en R 6813 (de laatste is in de plaats gekomen van de eerste, maar er zullen nog wel enkele R 6610's in schaalloze toestand verkeren) zijn elkaars spiegelbeeld.
Het ideale materiaal om de schalen af te werken, is doorzichtig plastic, polymethylmetacrylaat, dat in de handel is onder de merknamen Perspex en Plexiglas. Een plaatje van dit materiaal, dat zich gemakkelijk laat zagen, kunt u als venster gebruiken. Op enige afstand achter dit venster kunt u een schaalverdeling plakken.

Schaalvergroting

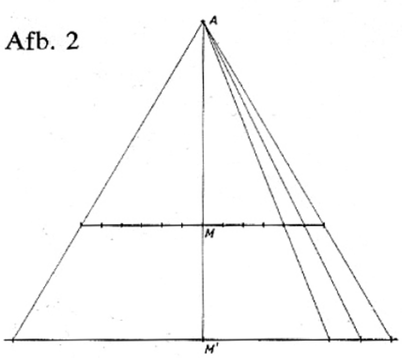
Gebruikt u een snaarwiel met een diameter die afwijkt van de maat waarop de genoemde schalen gebaseerd zijn (dus 7 cm voor de R 6605 en 3,5 cm voor de FM-afstemmers), dan kunt u deze schalen vergroten of verkleinen. In afb. 2 is aangegeven hoe dat moet. U plakt de te vergroten (of verkleinen) schaal op een flink stuk papier. Met een liniaal of een passer bepaalt u het midden van de frequentieschaal. Op bijvoorbeeld 20 cm boven dat midden neemt u een punt A aan en u verbindt dit punt met het midden van de te vergroten schaal (dit is dus de middelloodlijn). Vervolgens verlengt u de lijn AM zodanig dat de lengte gelijk wordt aan de diameter van het snaarwiel dat u wenst te monteren, gedeeld



Afb. 1

door de diameter waarvoor de schaal getekend is, in dit geval dus 20 cm. Is de schaal dus getekend voor een wiel van 3,5 cm en hebt u er een van 5 cm diameter, dan wordt de middelloodlijn AM': $\frac{5}{3,5} \times 20 = 28,6$ cm.
M' is het midden van de nieuwe schaal, die u om te beginnen uitzet als een horizontale lijn. Vervolgens kunnen alle punten van de oorspronkelijke schaal op deze lijn worden geprojecteerd door middel van de in afb. 2 getekende lijnen door A. Deze lijnen hoeft u niet helemaal te trekken; alleen daar waar ze de onderste lijn snijden zet u dunne potloodstreepjes. Het midden van de getallen geldt als afstempunt.
Voor u met deze operatie begint, dient u te bedenken dat de schaal veel langer wordt als u een grotere trommel gebruikt. Neemt u een wiel van 7 cm in plaats van 3,5 cm, dan zal de nieuwe schaal tweemaal zo lang zijn.
Het verkleinen van een schaal gaat op overeenkomstige wijze. AM' is dan korter dan AM en de nieuwe schaal komt boven de oude te staan.
De fotografen onder de lezers wijzen wij er, wellicht ten overvloede, op dat de schalen ook fotografisch vergroot en verkleind kunnen worden. De beste resultaten krijgt u als u het hardste materiaal (film en papier) neemt dat te koop is. Er zijn speciale reproduktiefilms in de handel, die zeer fijnkorrelig zijn en niet zo erg gevoelig (omstreeks 6 ASA = 9 DIN). Bovendien zijn dergelijke films doorgaans orthochromatisch,

Afb. 2



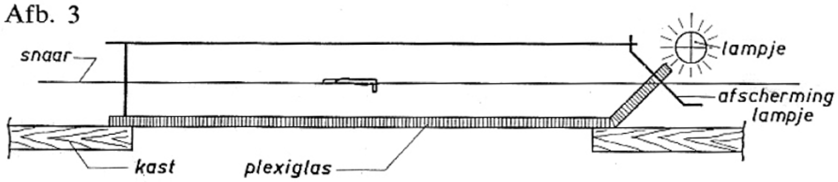
zodat u bij een rood lampje kunt bekijken wat u doet als u hem ontwikkelt.
Het spreekt vanzelf dat u eerst een negatief maakt van de schaalverdeling. Daartoe prikt u de te vergroten schaal met enkele punaises aan de muur. Zorg dat de punaises buiten het deel zitten dat u wilt vergroten, anders komen ze vergroot of verkleind op uw schaal terecht. Het papier mag niet glimmen. Het is het best als het licht er onder een hoek van 45° op valt. De camera dient zuiver haaks op het midden van

de aanduidingen direct op het Plexiglas aan te brengen. Strijkletters (en -cijfers) zijn in de meeste kantoorboekhandels in diverse soorten en maten verkrijgbaar.
Horizontale strepen, waarmee u de schaalverdeling kunt decoreren, maakt u het gemakkelijkst door een strookje gekleurd plastic plakband op een glasplaatje te plakken en hiervan met een scheermesje een dun reepje af te snijden. Dit plakt u vervolgens op het Plexiglas.

Schaalverlichting

De schaalverlichting is het fraaist als het plaatje transparante plaat vanaf de zijkant door een gloeilampje wordt verlicht. Is er te weinig plaats voor een gloeilampje, dan kan aan de plastic plaat een omstaande rand worden gebogen, zoals in afb. 3 is getekend. Hiertoe moet het uiteinde van het

Afb. 3



de schaal gericht te zijn, anders krijgt u een trapeziumvormige schaal. Nog een laatste tip: zorg ervoor dat de gefotografeerde schaal zo groot mogelijk op het negatief komt te staan; dus niet aan de kim gaan staan met uw fototoestel, en dan scherp stellen, maar eerst het toestel instellen op de kleinste afstand (gewoonlijk tussen 60 cm en 1 m) en dan net zo lang naar voren en naar achteren lopen tot u scherp hebt ingesteld.
De vergroting maakt u op de bekende manier, maar dan op goed hard papier. U kunt echter ook een vergroting maken op het stukje film dat u na bovenomschreven opname ongetwijfeld overhoudt. (Dat stukje film moet u dan wel veilig stellen voordat u aan het ontwikkelen slaat; als het eenmaal in aanraking is gekomen met ontwikkelaar, is er niets meer mee te beginnen.) U krijgt dan een transparante schaal, die u aan de binnenkant van het Plexiglas kunt plakken of opsluiten tussen twee plaatjes van dit materiaal.
U kunt de schaalverdeling ook helemaal zelf maken en meteen tot een zeer fraai resultaat komen, door met behulp van strijkletters

plaatje voorzichtig worden verwarmd, zonder dat het in aanraking komt met de verwarmingsbron, want dan beschadigt het oppervlak onherstelbaar. Een goede methode is het uiteinde vlak boven een warme soldeerbout te houden; de warmtestraling zal het plastic zacht doen worden, zodat u er gemakkelijk een omstaande rand aan kunt buigen.
Het lampje moet zo worden afgeschermd, dat alleen licht tegen de smalle kant van het plaatje Plexiglas schijnt.
Natuurlijk moet het geheel in een aantrekkelijk kastje worden gebouwd, waarvoor u bijvoorbeeld hout kunt gebruiken. Maar ook een kastje van Plexiglas, dat u aan de binnenkant schildert, kan een streling voor het oog zijn. Ter plaatse van de afstemschaal laat u een venster open. De schaal kunt u op enige afstand achter dit venster monteren, op het plastic zelf aanbrengen of, wat het mooist is, op een afzonderlijk stukje plastic aanbrengen en dit aan de achterkant van het venster plaatsen, dus tegen de binnenkant van het kastje. U kunt dan de in afbeelding 3 geschetste verlichting toepassen.

Nieuwe Philips onderdelenpakketten

Een vergelijking van de nieuwe en de voorlaatste „Hobbyskoop" leert dat het aantal onderdelenpakketten de laatste maanden aanmerkelijk is toegenomen, hetgeen op zich zelf al een reden is, even te blijven stilstaan bij die onderdelenpakketten. Maar er is nog een reden: de groeiende belangstelling voor deze pakketten. Vanwaar die belangstelling?

Een onderdelenpakket bevat alle onderdelen, inclusief een plaatje met gedrukte bedrading, die nodig zijn om een eenvoudige maar complete elektronische schakeling te maken. Doordat de omvang van de schakelingen bewust beperkt is gehouden, is het aantal gebruiksmogelijkheden, de veelzijdigheid buitengewoon groot. Ter illustratie hiervan een voorbeeld: zou een onderdelenpakket alle onderdelen bevatten voor een HiFi-stereoversterker (zo'n pakket is er wel, maar dat noemen we dan ter onderscheiding een *bouw*pakket en niet een *onderdelen*pakket), dan krijgt men een apparaat dat voor weinig andere dingen te gebruiken is dan voor het versterken van geluid. Met een onderdelenpakket kan bijvoorbeeld alleen een voorversterker worden gebouwd, maar deze schakeling is te gebruiken voor een groot aantal toepassingen: muziekversterkers, intercoms, telefoonversterkers, zenders, akoestische relais enz.

Natuurlijk geldt dit niet voor elk onderdelenpakket: met een FM-afstemeenheid kunt u weinig anders beginnen dan afstemmen op FM-zenders. Maar met vele onderdelenpakketten kunt u alle kanten op, bijvoorbeeld met de elektronische schakelaar, waarover wij in de vorige uitgave van Nieuws voor Hobbyisten een artikel publiceerden.

Punt 1 is dus: onderdelenpakketten zijn veelzijdig. Wilt u iets schakelen, versterken, ontvangen, voeden, meten of hoorbaar maken? Tien tegen een dat er een onderdelenpakket is dat precies aan uw eisen voldoet.

Punt 2 is: met onderdelenpakketten krijgt u nette, afgeronde en gegarandeerd werkende schakelingen. Dit is onder andere het gevolg van het feit dat de schakelingen zorgvuldig worden ontworpen en uitgeprobeerd, terwijl steeds een plaatje met gedrukte-bedrading-op-maat wordt meegeleverd. Hierdoor zijn de onderdelenpakketten niet alleen interessant voor beginnende hobbyisten, die verzekerd willen zijn van een goed werkende schakeling, maar ook voor doorgewinterde elektronici, die misschien best zelf een schakeling kunnen ontwikkelen, maar die met Philips onderdelenpakketten op eenvoudige en snelle manier over goed werkende schakelingen kunnen beschikken, keurig gemonteerd op een printplaatje en met precies de juiste onderdelen.

Punt 3 is: onderdelenpakketten zijn educatief. Hobbyisten en amateurs kunnen een schat aan elektronika-ervaring opdoen met het bouwen, toepassen en combineren van deze schakelingen en met het onderzoeken waardoor ze werken.

Punt 4: uit onderdelenpakketten gebouwde schakelingen zijn dikwijls uniek, zeker als men de prijs in aanmerking neemt. Waar kunt u, voor die prijs, een elektronische schakelaar kopen met zoveel mogelijkheden?

Punt 5 tenslotte is: het zelf bouwen van elektronische schakelingen is een creatieve ontspanning die veel voldoening geeft.

Na lezing van het bovenstaande zult u begrijpen dat de redactie van Nieuws voor Hobbyisten en Radioamateurs de overtuiging heeft dat een aanzienlijk aantal lezers geïnteresseerd is in alles wat zich rond de onderdelenpakketten afspeelt. Om deze reden zullen regelmatig in deze uitgave artikelen worden opgenomen over toepassing en combinatie van Philips onderdelenpakketten.

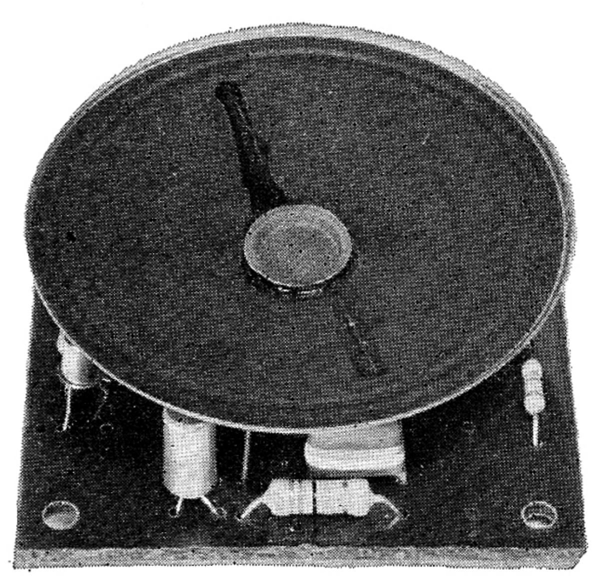
In dit artikel zullen wij twee nieuwe onderdelenpakketten belichten.

Autolichtverklikker A 6814

De automobilist die nog nooit vergeten heeft het licht van zijn auto uit te doen, is nog niet uitgevonden. Vooral bij mist overdag, als uitstappende automobilisten minder gauw erg hebben in de nog brandende verlichting dan 's nachts, kan men op elk parkeerterrein auto's bezig zien hun accu's tot op de bodem te ontladen.

Sommige slimme coureurs, die hun vergeetachtigheid op dit punt erkennen, zorgen ervoor dat de voedingsleiding van de verlichting over het „contact" loopt, zodat het licht gelijk met de motor wordt uitgeschakeld. Dit heeft

Autolicht-verklikker



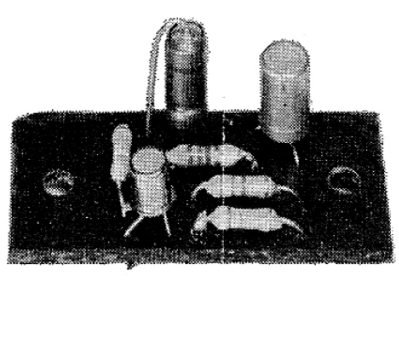
twee belangrijke bezwaren. In de eerste plaats is het contactslot van een auto niet bestand tegen de grote stroomsterkte van de verlichting. Bij een 6-volts installatie nemen alleen de twee koplampen (elk 45 W) al een stroom op van 15 ampère. Daar komt dan nog de stroom voor de stadslichten, de achterlichten, de nummerplaatverlichting en de dashboardverlichting bij. Als het contactslot hierdoor sneeft, is verwondering volkomen misplaatst.
Het tweede bezwaar van deze list is dat de accu onnodig zwaar kan worden belast. Wanneer u namelijk vergeet het licht op de normale manier, dat wil zeggen door middel van de lichtschakelaar, uit te schakelen, zal, als u later het contact omdraait om te starten, eerst de verlichting gaan branden. U start dan met brandende lichten, waardoor de accu, zoals we hierboven uitrekenden, ongeveer 20 ampère meer moet leveren dan nodig is voor het starten. En dat is niet zo goed voor een accu.
Er is ook nog een klein bezwaar van psychologische aard. Als u de auto zo inricht, dat alles „dood" is als u het contact uitzet, bent u bijna verplicht eventuele volgende auto's op dezelfde manier in te richten, anders vergeet u zelfs in het holst van de nacht nog de verlichting uit te schakelen.
Deze bezwaren kunnen worden vermeden door gebruik te maken van onderdelenpakket A 6814, de „autolichtverklikker". Deze verklikker geeft een doordringend geluidssignaal wanneer het licht nog brandt terwijl het contact uitgeschakeld is. De schakeling bestaat in feite uit de elektronische zoemer H 6714, uitgebreid met een extra transistor, een weerstand en een condensator. Op het printplaatje is echter ruimte gereserveerd voor deze extra onderdelen. De schakeling is uiterst eenvoudig aan te sluiten op het elektrische systeem van de auto: één aansluiting naar een punt dat door het contactslot wordt uitgeschakeld (bijvoorbeeld de bobine), één aansluiting naar de lichtschakelaar of een lampje dat door die schakelaar wordt bediend en de min van de schakeling aan masa.

Een lichtgevoelige weerstand, die op eenvoudige wijze in de schakeling kan worden opgenomen, maakt het mogelijk de waarschuwing alleen overdag te laten werken. Als het donker is zal men niet zo gemakkelijk vergeten de autolichten uit te schakelen.
De autolichtverklikker kan in alle auto's met 6- of 12-volts accu's worden aangebracht, mits de min van de accu met de massa is verbonden. Dit is bij de meeste Duitse, Franse, Italiaanse en Nederlandse auto's het geval. Engelse auto's, ook als ze buiten Engeland geassembleerd worden, willen nog wel eens de plus aan de massa hebben. Dit is echter geen wet van Meden en Perzen. U doet er dan ook goed aan, alvorens tot het aanschaffen van een elektronische autolichtverklikker over te gaan, een blik onder de motorkap te werpen. Als u in het bezit bent van een Engelse wagen, neem dan niet voetstoots aan dat de plus wel aan massa zal liggen.

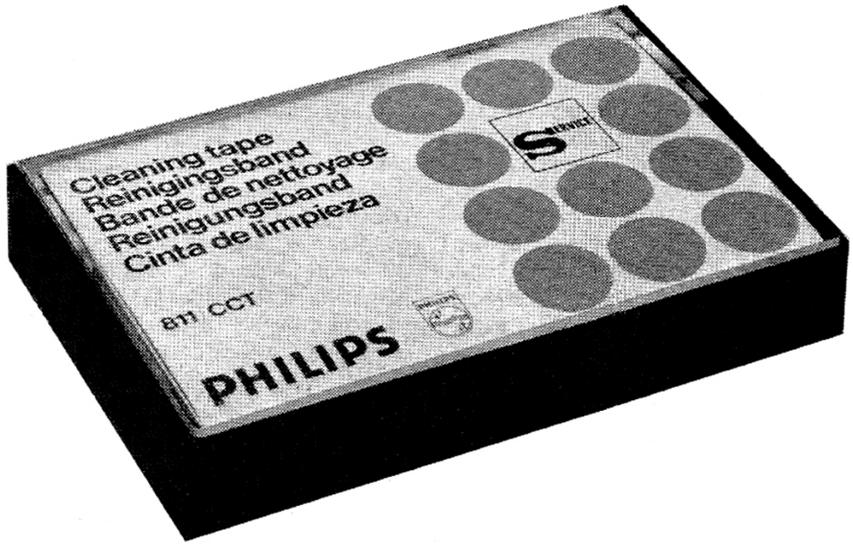
Elektronische flitsgenerator A 6725

De elektronische flitsgenerator is een schakeling met twee transistors, die ongeveer 60 keer per minuut een lampje in en uitschakelt. Elke seconde wordt het lampje gedurende korte tijd ingeschakeld om daarna een langere tijd gedoofd te blijven. Als het lampje gedoofd is, dus tussen twee „flitsen" in, is het stroomverbruik zeer gering. Brandt het lampje, dan is het stroomverbruik ongeveer gelijk aan dat van het lampje wanneer dit rechtstreeks op de batterij zou zijn aangesloten.
Doordat de inschakeltijd korter is dan de uitschakeltijd, is het gemiddelde stroomverbruik laag, ondanks het feit dat lampjes van een betrekkelijk groot vermogen gebruikt kunnen worden. De lichtopbrengst tijdens de „flits" is groot, zodat de helderheid minder afneemt dan het stroomverbruik. Bovendien trekt een knipperlicht veel sneller de aandacht dan een lamp die continu brandt. Dit maakt dat de flitsgenerator bijzonder geschikt is voor het zelf bouwen van een pechlamp. Het plaatje met gedrukte bedrading, waarop de hele schakeling kan worden gemonteerd, is maar 20 x 43 mm groot. Daarvan kan nog een gedeelte worden afgezaagd, zodat een plaatje van 20 x 28 mm overblijft. De hoogte van de gemonteerde schakeling is ongeveer 20 mm. Door deze uiterst kleine afmetingen kan de flitsgenerator in sommige gevallen worden ingebouwd in bestaande lantaarns. Zowel wat de uitvoering als wat de voeding van de pechlamp betreft kan men uit verschillende mogelijkheden kiezen. Misschien beschikt u over een lamp met aangebouwde batterijhouder, die plaats genoeg biedt voor de flitsgenerator. Anders kunt u een afzonderlijke lantaarn, bijvoorbeeld van een fiets, en een afzonderlijke batterijhouder nemen en de flitsgenerator in één van deze twee inbouwen. De derde mogelijkheid is dat u de pechlamp voedt uit de autoaccu. Veel auto's beschikken over een stopcontact; anders is het een peuleschil er een aan te leggen. In dit geval moet de flitsgenerator in de lamp zijn ondergebracht.

Elektronische flitsgenerator



Wat de mechanische uitvoering betreft bent u dus zo vrij als een vogeltje, maar in elektrisch opzicht zijn er enkele beperkingen. De twee transistors vormen een zogenaamde relaxatie-oscillator, dat wil zeggen een schakeling waarin de spanningen en stromen alleen maar sprongsgewijs kunnen veranderen. Een dergelijke oscillator is in het vorige nummer van Nieuws uitvoerig ter sprake gekomen bij de bespreking van de elektronische metronoom. We zullen deze schakeling dan ook niet uitvoerig bespreken, maar alleen opmerken dat de lamp is opgenomen in de collectorleiding van de tweede transistor. Daardoor is de „grootte" van het lampje beperkt. De spanning van het lampje is afhankelijk van de spanning die men tot zijn beschikking heeft en kan liggen tussen 4,5 volt (drie batterijen in serie) en 12 volt (de spanning van de meeste autoaccu's). De maximum-stroom die het lampje mag vragen, bedraagt 0,45 ampère; bij grotere stromen kan de tweede transistor beschadigen. De „grootste" lamp die derhalve kan worden gebruikt is geschikt voor 12 volt 5 watt. Voor de details verwijzen wij naar de handleiding die wordt geleverd bij het onderdelenpakket.



Met Philips reinigingsband geen kopzorgen meer!

Bandrecorderkoppen zijn tere en kwetsbare dingen. Ze zorgen ervoor dat de muziek, die we willen inblikken, natuurgetrouw op de band komt te staan en ze halen die muziek er even correct weer van af. Dat kunnen ze alleen maar goed doen als ze in topconditie zijn, dat wil zeggen schoon en onbeschadigd. De koppen worden tijdens het gebruik echter vuil, hetgeen duidelijk is als men bedenkt dat bij een bandsnelheid van 9,5 cm/sec. ongeveer 350 meter band per uur langs de koppen schuift. Na bijvoorbeeld vijftien uur is dat opgelopen tot meer dan vijf kilometer, waarbij we het terugspoelen maar buiten beschouwing laten. Het is onvermijdelijk dat er wat ijzeroxydedeeltjes van de band worden afgeschuurd en op de koppen blijven kleven. Nu is de opneem- en weergeefkwaliteit, behalve van een heleboel andere factoren zoals de bandsnelheid en de kwaliteit van de band, in belangrijke mate afhankelijk van de constructie van de opneem- en weergeefkop (of -koppen), en met name van de breedte van de spleet die zich aan de voorkant in de ijzeren kern van de kop bevindt. De spleet vormt als het ware een onderbreking van het magnetische circuit van de kop en dwingt de magnetische krachtlijnen een klein eindje om te lopen, door de band. Hoe smaller de spleet, des te smaller de zone die de krachtlijnen door de band moeten afleggen en des te hoger het frequentiebereik van de bandrecorder. Om deze reden heeft de spleet doorgaans een breedte van om en nabij de 4 μm en het spreekt vanzelf dat de vervaardiging van bandrecorderkoppen de uiterste precisie vereist. Deze precisie wordt voor een groot gedeelte teniet gedaan als de koppen vuil zijn. Niet alleen vormen de ijzeroxydedeeltjes min of meer een magnetische kortsluiting voor de smalle spleet, maar ze vormen ook als het ware een kussentje, waardoor de band niet meer vlak langs de spleet loopt. Dit leidt tot verliezen en aanzienlijke vermindering van de kwaliteit.



Defect raken de koppen niet vanzelf, maar bijvoorbeeld wanneer u na lezing van het voorgaande besluit onmiddellijk de reinigende hand aan de kop te slaan en met behulp van krabbers, schroevedraaiers en chemische middelen gaat schoonmaken. Weliswaar is het niet uitgesloten dat de koppen met deze methode erg schoon worden, maar de kans is groot dat de kop zowel mechanisch als elektrisch onherstelbaar beschadigd wordt. Zo ontstaan er gemakkelijk krasjes in de voorkant van de kop, waardoor nog meer bandslijtage zal optreden.
Om u uit dit dilemma te verlossen brengt Philips reinigingsband in de handel. Dit band wordt op spoeltjes en in cassettes geleverd, in lengten van ongeveer 7,5 meter. De band, die niet magnetisch is, wordt op de normale manier enkele keren achter elkaar „afgespeeld", waardoor niet alleen de opneem-, weergeef- en wiskop blinkend schoon worden, maar ook het gehele bandkanaal. De band kan een groot aantal keren worden gebruikt.
Behalve reinigingsband op spoelen, die al enige tijd verkrijgbaar is en die dient voor het schoonmaken van „normale" bandrecorders, is dit band thans ook leverbaar in cassettes, bestemd voor cassetterecorders. Het verdient aanbeveling cassetterecorders na elke vijftig speeluren een kuur met Philips reinigingsband te laten ondergaan. Alle andere recorders dienen met reinigingsband te worden behandeld na tien tot vijftien speeluren, of voordat een opname wordt gemaakt waarop het áánkomt.

Adressenlijst radio-onderdelenspecialisten

Regelmatig bereiken ons brieven van lezers waarin deze ons vragen om adressen waar Philips bouw- en onderdelenpakketten, luidsprekers en onderdelen voor elektronika verkrijgbaar zijn. Wij hebben gemeend dat het nuttig zou zijn voor onze lezers om te beschikken over een lijst met adressen waar zij deze artikelen kunnen kopen. Deze lijst vindt u als bijvoegsel bij dit nummer van „Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs".